

Beschreibung

Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung des Volumen- und/ oder Massendurchflusses eines Messmediums

- [001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung des Volumen- und/ oder Massendurchflusses eines Messmediums, das eine Rohrleitung in einer Strömungsrichtung durchfließt, mit zumindest einem Ultraschallsensor der Ultraschall-Messsignale in die Rohrleitung aussendet und empfängt, und mit einer Regel-/Auswerteeinheit, die den Volumen- und/oder den Massendurchfluss des Messmediums in der Rohrleitung anhand der Laufzeitdifferenz der Ultraschall-Messsignale in Strömungsrichtung und entgegen der Strömungsrichtung oder anhand der Dopplerverschiebung der Ultraschall-Messsignale ermittelt.
- [002] Ultraschall-Durchflussmessgeräte werden vielfach in der Prozess- und Automatisierungstechnik eingesetzt. Sie erlauben es, den Volumen- und/oder Massenstrom eines Mediums in einer Rohrleitung berührungslos zu bestimmen.
- [003] Die bekannten Ultraschall-Durchflussmessgeräte arbeiten entweder nach dem Doppler-Prinzip oder nach dem Laufzeitdifferenz-Prinzip. Beim Laufzeit-Differenz-Prinzip wird die unterschiedliche Laufzeit von Ultraschall-Messsignalen in Strömungsrichtung und entgegen der Strömungsrichtung des Mediums ausgewertet. Hierzu werden die Ultraschall-Messsignale von den Ultraschallsensoren wechselweise in Strömungsrichtung und entgegen der Strömungsrichtung des Mediums ausgesendet bzw. empfangen. Aus der Laufzeitdifferenz der Ultraschall-Messsignale lässt sich die Fließgeschwindigkeit und damit bei bekanntem Durchmesser der Rohrleitung der Volumendurchfluss bzw. bei bekannter oder gemessener Dichte des Mediums der Massendurchfluss bestimmen.
- [004] Beim Doppler-Prinzip werden Ultraschall-Messsignale mit einer vorgegebenen Frequenz in das strömende Medium eingekoppelt. Die in dem Medium reflektierten Ultraschall-Messsignale werden ausgewertet. Anhand einer zwischen dem eingekoppelten und dem reflektierten Ultraschall-Messsignal auftretenden Frequenzverschiebung lässt sich ebenfalls die Fließgeschwindigkeit des Mediums bzw. der Volumen und/oder Massenstrom bestimmen.
- [005] Der Einsatz von Durchflussmessgeräten, die nach dem Doppler-Prinzip arbeiten, ist nur möglich, wenn in dem Medium Luftbläschen oder Verunreinigungen vorhanden sind, an denen die Ultraschall-Messsignale reflektiert werden. Damit ist der Einsatz derartiger Ultraschall-Durchflussmessgeräte im Vergleich zu den Ultraschall-Durchflussmessgeräten, die nach dem Laufzeit-Differenz-Prinzip arbeiten, ziemlich eingeschränkt.

- [006] Hinsichtlich der Typen von Messgeräten wird unterschieden zwischen Ultraschall-Durchflussmessaufnehmern, die in die Rohrleitung eingesetzt werden, und Clamp-On Durchflussmessgeräten, bei denen die Ultraschall-sensoren von außen an die Rohrleitung mittels eines Spannverschlusses angepresst werden. Clamp-On Durchflussmessgeräte sind beispielsweise in der EP 0 686 255 B1, der US-PS 4,484,478 oder der US-PS 4,598,593 beschrieben.
- [007] Bei beiden Typen von Ultraschall-Durchflussmessgeräten werden die Ultraschall-Messsignale unter einem vorgegebenen Winkel in die Rohrleitung bzw. in das Messrohr, in der/ in dem sich das strömende Medium befindet, eingestrahlt und/oder empfangen. Um eine optimale Impedanzanpassung zu erreichen, werden die Ultraschall-Messsignale über einen Vorlaufkörper bzw. einen Koppelkeil in die Rohrleitung eingekoppelt bzw. aus der Rohrleitung ausgekoppelt. Hauptbestandteil eines Ultraschallsensors ist zumindest ein piezoelektrisches Element, welches die Ultraschall-Messsignale erzeugt und/oder empfängt.
- [008] Nun erzeugt ein Ultraschallsensor neben dem eigentlichen Nutzsignal, das der Bestimmung des Volumen- und/oder Massenstroms dient, auch einen sog. Körperschall, d.h. ein gewisser Anteil der Ultraschall-Messsignale breitet sich über die Wandung der Rohrleitung aus und überlagert sich als Störsignal dem eigentlichen Durchflussmesssignal. Als Gegenmaßnahme wurde bislang der Schallweg durch die Rohrleitung bzw. durch das Messmedium möglichst so lang gewählt, dass sich die Laufzeit des das Medium querenden Messsignals deutlich von der Laufzeit des Signals, das sich über die Wandung der Rohrleitung ausbreitet, unterscheidet. Probleme treten jedoch spätestens dann auf, wenn es sich um eine Rohrleitung mit einer kleinen Nennweite handelt. In diesem Fall lassen sich Messfehler kaum noch vermeiden. Daher wäre es sehr vorteilhaft, diese Störsignale, die sich über die Rohrwand ausbreiten, bereits an der Quelle, wo sie entstehen, zu vermeiden und nicht erst nachträglich aus den gemessenen Signalen herauszufiltern bzw. zu eliminieren.
- [009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ultraschall-Durchfluss-messgerät vorzuschlagen, bei dem der Anteil der Ultraschall-Messsignale, der sich über die Wandung der Rohrleitung ausbreitet, minimiert ist.
- [010]
- [011] Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Ultraschallsensor topfförmig ausgebildet ist und ein Gehäuse und eine schwingfähige Einheit zur Erzeugung der Ultraschallsignale aufweist, dass die schwingfähige Einheit aus mehreren Komponenten besteht, dass die schwingfähige Einheit so ausgestaltet ist, dass sie eine Knotenebene aufweist, die im wesentlichen senkrecht zur Abstrahl- bzw. Empfangsrichtung der Ultraschall-Messsignale angeordnet ist, und dass zumindest ein Teilbereich der Außenfläche der schwingfähigen Einheit im Bereich der Knotenebene der schwingfähigen

Einheit mit dem Gehäuse verbunden ist. Die Knotenebene ist dadurch definiert, dass hier die in Einstrahl- bzw. Abstrahlrichtung ein- und auslaufenden Messsignale destruktiv miteinander interferieren. Durch die erfindungsgemäße Konstruktion des Ultraschallsensors wird ein hoher Entkopplungsgrad der schwingfähigen Einheit vom Gehäuse erreicht.

[012] Da erfindungsgemäß zumindest ein Teilbereich der Außenfläche der schwingfähigen Einheit im Bereich der Knotenebene der schwingfähigen Einheit mit dem Gehäuse verbunden ist, wird somit die über das Gehäuse des Ultraschallsensors in die Wandung der Rohrleitung eingeleitete Energie minimiert. Natürlich wird durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung auch sichergestellt, dass keine Schallwellen aus der Umgebung des Ultraschall-Durchflussmessgeräts in den Ultraschallsensor hineinübertragen werden. Sie ermöglicht also auch die Störgrößenunterdrückung von außen. Schlagwort-artig lässt sich der erfindungsgemäße Ultraschallsensor als 'ausbalancierter Ultraschallsensor' oder als 'ausbalancierte Sensortasse' beschreiben.

[013] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung handelt es sich bei der Knotenebene um eine Symmetrieebene der schwingfähigen Einheit; die schwingfähige Einheit ist also bezüglich der Knotenebene symmetrisch aufgebaut. Weiterhin ist eine ringförmige Membran im Bereich der Knotenebene bzw. der Symmetrieebene der schwingfähigen Einheit vorgesehen, über die die schwingfähige Einheit mit dem Gehäuse verbunden ist. Wie bereits gesagt, lässt sich durch diese Ausgestaltung eine ausgezeichnete Schallentkopplung zwischen der schwingfähigen Einheit des Ultraschallsensors und der Umgebung erzielen. Darüber hinaus isoliert die Membran den Innenraum des Gehäuses vom Prozess; sie dient also dem Schutz des Ultraschallsensors gegen Verschmutzungen aus der Umgebung bzw. aus dem Prozess.

[014] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist die schwingfähige Einheit zumindest ein scheibenförmiges piezo-elektrisches Element, ein Deckelement und ein Bodenelement auf, wobei das piezoelektrische Element bzw. die piezoelektrischen Elemente symmetrisch zu der Symmetrieebene angeordnet ist bzw. sind, und wobei das Deckelement und das Bodenelement symmetrisch zu beiden Seiten des piezoelektrischen Elements bzw. der piezoelektrischen Elemente angeordnet sind.

[015] Insbesondere hat im Falle der Verwendung eines piezoelektrischen Elements das piezoelektrische Element eine erste und eine zweite Begrenzungsfläche, wobei an der ersten Begrenzungsfläche das Bodenelement und wobei an der zweiten Begrenzungsfläche das Deckelement angeordnet ist.

[016] Weiterhin schlägt eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem vorgegebenen Bereich der beiden Begrenzungsflächen des piezoelektrischen Elements Elektroden vor, über die das piezoelektrische Element bzw.

die schwingfähige Einheit zu Schwingungen angeregt wird.

[017] Zusätzlich ist zwischen der Elektrode an der ersten Begrenzungsfläche und dem Bodenelement und der Elektrode an der zweiten Begrenzungsfläche und dem Deckelelement jeweils eine dielektrische Isolierschicht vorgesehen. Beispielsweise ist die dielektrische Isolierschicht aus Keramik gefertigt.

[018] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in einem Randbereich der schwingfähigen Einheit eine ringförmige Ausnehmung vorgesehen. Bevorzugt ist die Ausnehmung luftgefüllt. Prinzipiell erfüllt die Ausnehmung zwei Aufgaben: Einerseits ist sie dienlich bei der Fertigung des erfindungsgemäßen Ultraschallsensors; andererseits schafft sie beim Einsatz des Ultraschallsensors Platz für ein gewisses Spiel und ermöglicht es so, eventuell auftretende radiale Schwingungen der schwingfähigen Einheit auszugleichen.

[019] Eine bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht in einem Gehäuseraum, der sich oberhalb des Deckelelements befindet, eine Vergussmasse vor. Beispielsweise handelt es sich bei der Vergussmasse um einen Silikonverguss.

[020] Als eine sehr interessante Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird angesehen, dass die schwingfähige Einheit so ausgestaltet ist, dass sie an unterschiedliche Messmedien adaptierbar ist. Prinzipiell lässt sich diese Ausgestaltung auf unterschiedlichen Wegen realisieren. Gemäß einer Alternative ist das Deckelelement austauschbar, wobei Deckelelemente unterschiedlicher Dicke und/oder unterschiedlicher Dichte vorgesehen sind, die in Abhängigkeit von dem jeweiligen Messmedium auswählbar sind.

[021] Eine weitere Alternative sieht vor, dass Füllmedien unterschiedlicher Dichte verwendet werden, die in dem Gehäuseraum oberhalb des Deckelelements in Abhängigkeit von dem jeweiligen Messmedium anordenbar sind. Mittels der zuvor beschriebenen Ausgestaltungen ist es möglich, den Einfluss des Messmediums auf die 'ausbalancierte Sensortasse' zu berücksichtigen und zu kompensieren. Es versteht sich, dass in diesen Fällen die Knotenebene sehr wohl von der Lage der Symmetrieebene der schwingfähigen Einheit abweichen kann.

[022] Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

[023] Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Ausgestaltung

[024] eines Ultraschall-Durchflussmessgeräts, bei dem der

[025] erfindungsgemäße Ultraschallsensor eingesetzt ist;

[026] Fig. 2: eine perspektivische Teilansicht des erfindungs-

[027] gemäßen Ultraschallsensors; und

[028] Fig. 3: eine Draufsicht auf den in Fig. 2 gezeigten Ultraschall-

[029] sensor gemäß der Kennzeichnung A.

[030]

[031] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Inline-Ultraschall-Durchfluss-messgeräts 1, bei dem der erfindungsgemäße Ultraschallsensor 5; 6 zum Einsatz kommt. Im gezeigten Fall ermittelt das Ultraschall-Durchflussmess-gerät 1 den Volumendurchfluss bzw. den Massendurchfluss des Mess-mediums 4 nach der bekannten Laufzeitdifferenz-Methode.

[032] Wesentliche Komponenten des Inline Ultraschall-Durchflussmessaufbaus 1 sind die beiden Ultraschallsensoren 5, 6 und die Regel-/Auswerteeinheit 11. Die beiden Ultraschallsensoren 5, 6 sind mittels einer in der Fig. 1 nicht gesondert dargestellten Befestigungsvorrichtung in einem Abstand L voneinander an dem Rohr 2 angebracht. Entsprechende Befestigungsvorrichtungen sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt und werden auch von der Anmelderin angeboten und vertrieben. Die Rohrleitung 2 hat einen vorgegebenen Innendurchmesser d_i und wird von dem Medium 4 in Strömungsrichtung S durchströmt.

[033] Ein Ultraschallsensor 5; 6 weist als wesentlichen Bestandteil zumindest ein piezoelektrisches Element 9; 10 bzw. eine schwingfähige Einheit 16, auf die die Ultraschall-Messsignale erzeugt und/oder empfängt. Die Ultraschall-Messsignale werden jeweils über die Bodenelemente 18 der beiden Ultraschallsensoren 5; 6 in die vom Medium 4 durchströmte Rohrleitung 2 eingekoppelt bzw. aus der vom Medium durchströmten Rohrleitung 2 ausgekoppelt. Ein Bodenelement 18 ist in bekannter Weise so ausgestaltet, dass sich eine möglichst gute Impedanzanpassung beim Übergang von einem Medium in das andere realisieren lässt. Mit SP ist übrigens der Schallpfad gekennzeichnet, auf dem sich die Ultraschall-Messsignale in der Rohrleitung 2 bzw. in dem Medium 4 ausbreiten. Im gezeigten Fall handelt es sich um eine sog. Ein-Traversenanordnung der Ultraschallsensoren 5, 6. Eine Traverse kennzeichnet dabei den Teilbereich des Schallpfades SP, auf dem ein Ultraschall-Messsignal die Rohrleitung 2 einmal quert. Die Traversen können je nach Anordnung der Ultraschallsensoren 5, 6 und ggf. unter Einfügen eines Reflektorelements in den Schallpfad SP diametral oder chordal verlaufen.

[034] Fig. 2 zeigt eine perspektivische Teilansicht des erfindungsgemäßen Ultraschallsensors 5; 6. In Fig. 3 ist eine Draufsicht auf den in Fig. 2 gezeigten Ultraschallsensor 5; 6 gemäß der Kennzeichnung A zu sehen. Der Ultraschallsensor 5; 6 zeigt bezüglich der Symmetrieachse 29 einen bis auf die Bohrung für die elektrische Verbindungsleitungen 32 rotationssymmetrischen Aufbau. Wesentliche Komponenten des erfindungsgemäßen Ultraschallsensors 5; 6 sind das Gehäuse 12 und die schwingfähige Einheit 16. Die schwingfähige Einheit 16 ist so ausgestaltet, dass sie eine Knotenebene 13 aufweist, die im wesentlichen senkrecht zur Abstrahl- bzw. Empfangs-Richtung der Ultraschall-Messsignale angeordnet ist. Zumindest ein

Teilbereich der Außenfläche der schwingfähigen Einheit 16 ist im Bereich der Knotenebene 13 der schwingfähigen Einheit 16 mit dem Gehäuse 12 verbunden ist. Die Knotenebene 13 ist dadurch definiert, dass hier die in Abstrahl- bzw. Einstrahlrichtung ein- und auslaufenden Messsignale destruktiv miteinander interferieren. Die Verbindung zwischen der schwingfähigen Einheit 16 und dem Gehäuse 12 erfolgt über die Membran 15. Durch die erfindungsgemäße Konstruktion des Ultraschallsensors 5; 6 wird die schwingfähige Einheit 16 – wie bereits an vorhergehender Stelle erläutert – von dem Gehäuse 12 weitgehend entkoppelt. Hierdurch lässt sich die über das Gehäuse des Ultraschallsensors 5; 6 in die Wandung 3 der Rohrleitung 2 eingeleitete Energie minimieren. Zudem wird verhindert, dass Schallenergie von außen in die schwingfähige Einheit hineingeleitet wird.

- [035] Kernstücke der schwingfähigen Einheit 16 sind das scheibenförmige piezoelektrische Element 9; 10, das Deckelelement 17 und das Bodenelement 18 auf. Das piezoelektrische Element 9; 10 ist symmetrisch zu der Symmetrieebene 14 angeordnet. Das Deckelelement 17 und das Bodenelement 18 sind symmetrisch zu beiden Seiten des piezoelektrischen Elements 9; 10 angebracht.
- [036] Das piezoelektrische Element hat eine erste Begrenzungsfläche 19 und eine zweite Begrenzungsfläche 20, wobei an der ersten Begrenzungsfläche 19 das Bodenelement 18 und wobei an zu der zweiten Begrenzungsfläche 20 das Deckelelement 17 angeordnet ist.
- [037]
- [038] In einem vorgegebenen Bereich der beiden Begrenzungsflächen 19, 20 des piezoelektrischen Elements 9; 10 sind Elektroden 21, 22 aufgebracht, über die das piezoelektrische Element 9; 10 zu Schwingungen angeregt wird. Zusätzlich ist zwischen der Elektrode 22 an der ersten Begrenzungsfläche 19 und dem Bodenelement 18 und der Elektrode 21 an der zweiten Begrenzungsfläche 20 und dem Deckelelement 17 jeweils eine dielektrische Isolierschicht 24, 25 vorgesehen. Beispielsweise ist die dielektrische 24, 25 Isolierschicht aus Keramik gefertigt.
- [039]
- [040] Der Gehäuseraum 26 oberhalb des Deckelelements 17 ist mit einer Vergussmasse 27 ausgefüllt. Insbesondere handelt es sich bei der Vergussmasse 27 um einen Silikonverguss.
- [041] Eine optimale Anpassung des erfindungsgemäßen Ultraschallsensors 5; 6 an unterschiedliche Messmedien 4 lässt sich durch geringfügige Abänderungen der schwingfähigen Einheit 16 erreichen. Prinzipiell stehen hier unterschiedliche Wege offen. Gemäß einer Alternative ist das Deckelelement 17 austauschbar, wobei Deckelelemente 17 unterschiedlicher Dicke und/oder unterschiedlicher Dichte vorgesehen sind, die in Abhängigkeit von dem jeweiligen Messmedium 4 auswählbar sind. Eine weitere Al-

ternative sieht vor, dass Füllmedien 28 unterschiedlicher Dichte verwendet werden, die in dem Gehäuseraum 26 oberhalb des Deckelelements 17 in Abhängigkeit von dem jeweiligen Messmedium 4 anordenbar sind. Mittels der zuvor beschriebenen Ausgestaltungen ist es möglich, den Einfluss des Messmediums 4 auf die 'ausbalancierte' Sensortasse zu berücksichtigen und zu kompensieren. Es versteht sich, dass in diesen Fällen die Knotenebene 13 durchaus von der Lage der Symmetrieebene 14 der schwingfähigen Einheit 16 abweichen kann.

Ansprüche

- [001] 1. Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung des Volumen- und/ oder Massendurchflusses eines Messmediums (4), das eine Rohrleitung (2) in einer Strömungsrichtung (S) durchfließt, mit zumindest einem Ultraschallsensor (5; 6) der Ultraschall-Messsignale in die Rohrleitung (2) aussendet und empfängt, und mit einer Regel-/Auswerteeinheit (11), die den Volumen- und/oder den Massendurchfluss des Messmediums (4) in der Rohrleitung (2) anhand der Laufzeitdifferenz der Ultraschall-Messsignale in Strömungsrichtung (S) und entgegen der Strömungsrichtung (S) oder anhand der Dopplerverschiebung der Ultraschall-Messsignale ermittelt,
- [002] **dadurch gekennzeichnet,**
- [003] dass der Ultraschallsensor (5; 6) topfförmig ausgebildet ist und ein Gehäuse (12) und eine schwingfähige Einheit (16) zur Erzeugung der Ultraschallsignale aufweist,
- [004] dass die schwingfähige Einheit (16) aus mehreren Komponenten (9; 10, 17, 18) besteht,
- [005] dass die schwingfähige Einheit (16) so ausgestaltet ist, dass sie eine Knotenebene (13) aufweist, die im wesentlichen senkrecht zur Abstrahl- bzw. Empfangsrichtung der Ultraschall-Messsignale angeordnet ist, und
- [006] dass zumindest ein Teilbereich der Außenfläche (14) der schwingfähigen Einheit im Bereich der Knotenebene (13) der schwingfähigen Einheit (16) mit dem Gehäuse (12) verbunden ist.
- [007] 2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
- [008] **dadurch gekennzeichnet,**
- [009] dass es sich bei der Knotenebene (13) um eine Symmetrieebene (14) der schwingfähigen Einheit (16) handelt.
- [010] 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
- [011] **dadurch gekennzeichnet,**
- [012] dass eine ringförmige Membran (15) im Bereich der Knotenebene (13) bzw. der Symmetrieebene (14) der schwingfähigen Einheit (16) vorgesehen ist, über die die schwingfähige Einheit (16) mit dem Gehäuse (12) verbunden ist.
- [013] 4. Vorrichtung nach Anspruch 2,
- [014] **dadurch gekennzeichnet,**
- [015] dass die schwingfähige Einheit (16) zumindest ein scheibenförmiges piezoelektrisches Element (9; 10), ein Deckelement (17) und ein Bodenelement (18) aufweist, dass das piezoelektrische Element/die piezoelektrischen Elemente (9; 10) symmetrisch zu der Symmetrieebene (14) angeordnet ist/sind, und

- [016] dass das Deckelement (17) und das Bodenelement (18) symmetrisch zu beiden Seiten des piezoelektrischen Elements/der piezoelektrischen Elemente (9; 10) angeordnet sind.
- [017] 5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
- [018] **dadurch gekennzeichnet,**
- [019] dass das piezoelektrische Element (9; 10) eine erste Begrenzungsfläche (19) und eine zweite Begrenzungsfläche (20) aufweist,
- [020] dass parallel zu der ersten Begrenzungsfläche (19) das Bodenelement (15) vorgesehen ist und
- [021] dass parallel zu der zweiten Begrenzungsfläche (20) das Deckelement (14) vorgesehen ist.
- [022]
- [023] 6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
- [024] **dadurch gekennzeichnet,**
- [025] dass in einem vorgegebenen Bereich der beiden Begrenzungsflächen (19, 20) des piezoelektrischen Elements (9; 10) Elektroden (21, 22) vorgesehen sind, über die das piezoelektrische Element (9; 10) bzw. die schwingfähige Einheit (13; 9; 10) zu Schwingungen angeregt wird.
- [026] 7. Vorrichtung nach Anspruch 4,
- [027] **dadurch gekennzeichnet,**
- [028] dass zwischen der Elektrode (21) an der ersten Begrenzungsfläche (19) und dem Bodenelement (18) und der Elektrode (22) an der zweiten Begrenzungsfläche (20) und dem Deckelement (17) jeweils eine dielektrische Isolierschicht (24, 25) vorgesehen ist.
- [029] 8. Vorrichtung nach Anspruch 4, 5, 6 oder 7,
- [030] **dadurch gekennzeichnet,**
- [031] dass in einem Randbereich der schwingfähigen (16) Einheit eine ringförmige Ausnehmung (23) vorgesehen ist.
- [032] 9. Vorrichtung nach Anspruch 4, 5 oder 7,
- [033] **dadurch gekennzeichnet,**
- [034] dass in einem Gehäuseraum (26), der sich oberhalb des Deckelements (17) befindet, eine Vergussmasse (27) angeordnet ist.
- [035] 10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
- [036] **dadurch gekennzeichnet,**
- [037] dass es sich bei der Vergussmasse (27) um einen Silikonverguss handelt.
- [038] 11. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
- [039] **dadurch gekennzeichnet,**
- [040] dass die schwingfähige Einheit (16) so ausgestaltet ist, dass sie an unter-

schiedliche Messmedien (4) adaptierbar ist.

[041]

[042]

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,

[043]

dadurch gekennzeichnet,

[044]

dass das Deckelelement (17) austauschbar ist, und

[045]

dass Deckelelemente (17) unterschiedlicher Dicke und/oder unterschiedlicher Dichte vorgesehen sind, die in Abhängigkeit von dem jeweiligen Messmedium (4) auswählbar und in die schwingfähige Einheit (16) integrierbar sind.

[046]

13. Vorrichtung nach Anspruch 11,

[047]

dadurch gekennzeichnet,

[048]

dass austauschbare Füllmedien (28) unterschiedlicher Dichte vorgesehen ist, die in dem Gehäuseraum (26) oberhalb des Deckelelements (17) in Abhängigkeit von dem jeweiligen Messmedium (4) anordenbar sind.

1/2

[Fig. 001]

1/2

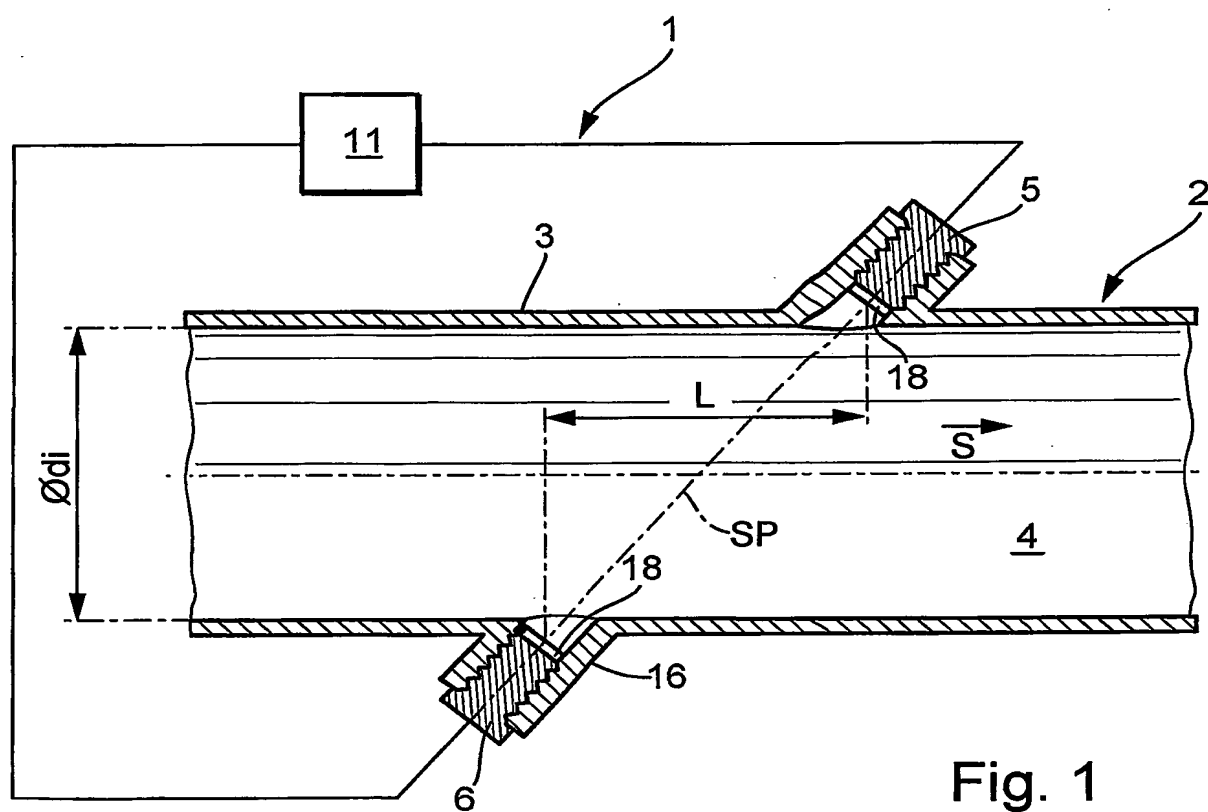


Fig. 1

[Fig. 002]

2/2

